

ШКІДЛИВІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ ФАКТОРИ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

О.Г. Левченко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». 03056, м. Київ, Берестейський проспект, 37. E-mail: levchenko.opcb@ukr.net

Наведено результати аналізу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що виникають під час застосування різних способів зварювання та споріднених процесів, їх впливу на організм зварників та професійні захворювання. З'ясовано причини виникнення цих факторів як теоретичних основ охорони праці у зварюванні. Показано, що ступінь ризику їх небезпечного впливу на організм зварників визначається способом зварювання чи іншого спорідненого процесу, видом та складом зварювального матеріалу, режимом зварювання тощо. Наведено перелік шкідливих і небезпечних факторів відомих способів зварювання та інших споріднених процесів, характеристики типових професійних захворювань зварників, що виникають при їх застосуванні, а також класифікацію шкідливих і небезпечних факторів за природою їх дії на організм людини (хімічні, фізичні, психофізіологічні), що визначають їх негативний вплив на організм людини та потребують застосування відповідних високоєфективних заходів і засобів захисту працюючих. Показано, що для цього доцільно продовжувати дослідження відомих і нових способів зварювання та інших термічних технологій обробки металів щодо виявлення характерних для них шкідливих і небезпечних виробничих факторів з метою їх мінімізації або усунення. Бібліогр. 17, табл. 1.

Ключові слова: електричне зварювання, споріднені процеси, шкідливі та небезпечні фактори, професійні захворювання, заходи захисту

Вступ. Негативною особливістю умов праці зварників є наявність низки характерних шкідливих і небезпечних виробничих факторів (ШНВФ) як невід'ємного наслідку зварювального процесу [1]. Характер розвитку та тяжкість перебігу професійних захворювань зварників, викликаних ШНВФ, залежать від інтенсивності цих факторів і наявності на робочих місцях зварників необхідних засобів колективного та індивідуального захисту.

Причини виникнення шкідливих та небезпечних факторів під час дугового зварювання. Правильний вибір необхідних заходів та засобів захисту зварників починається зі з'ясування причин виникнення цих факторів як основи теорії охорони праці у зварюванні. Тому стає зрозумілим, що створення такої теорії доцільно почати з теорії зварювальних процесів, яка в першу чергу розглядає розподіл енергії зварювальної дуги, що витрачається на розплавлення зварюваного металу

$$\eta = Q_{\text{кор}} / Q_{\text{заг}} \quad (1)$$

де η – коефіцієнт корисної дії; $Q_{\text{кор}}$ і $Q_{\text{заг}}$ – корисна та загальна енергія зварювальної дуги відповідно.

Як відомо, загальна енергія дуги не повністю витрачається на зварювання (плавлення) металу $Q_{\text{пл}}$, оскільки частково витрачається на електромагнітне та оптичне випромінювання дуги і зварювальної ванни $Q_{\text{випр}}$, випаровування $Q_{\text{випар}}$ та розбризкування $Q_{\text{розб}}$ металу:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{пл}} + Q_{\text{випр}} + Q_{\text{випар}} + Q_{\text{розб}} \quad (2)$$

Саме з цього положення й починається теорія охорони праці у зварюванні. Вона полягає в тому, що значна частина енергії зварювальної дуги витрачається не на плавлення металу для утворення зварного шва, а йде на створення ШНВФ, що несе певну загрозу для здоров'я зварників і виробничого персоналу.

Сам електричний струм у зварювальному колі, як джерело енергії, також є одним з ШНВФ і може бути небезпечним для зварника. Враховуючи, що на нього діють ще й шкідливі фактори виробничого середовища (склад повітря, мікроклімат, шум тощо), особливості устаткування робочого місця та зварювального обладнання, а також психофізіологічні фактори в організації праці, отримуємо повний комплекс ШНВФ (див. таблицю), які і є причинами професійних захворювань і нещасних випадків.

Професійні захворювання зварників. Захворювання, викликане дією на працюючого шкідливих умов праці, класифікується як професійне захворювання [2]. Професійне отруєння також відноситься до професійних захворювань. Явище, яке характеризується сукупністю професійних захворювань, називають професійною захворюваністю. У деяких випадках вплив шкідливих факторів виробничого середовища призводить до виникнення виробничо обумовленої захворюваності. Ризик виникнення професійної захворюваності в різних галузях промислового виробництва, де у великих об'ємах застосовується електродугове

зварювання, значно більший, ніж в інших галузях промисловості.

Несприятливу дію шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я працівників і викликані ними професійні захворювання у зварювальному виробництві можна розділити на три основні групи:

- захворювання, викликані дією хімічних факторів;
- захворювання під дією фізичного навантаження, а також одноманітних і часто повторювальних рухів, вимушеної пози;
- захворювання, викликані фізичними факторами (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум, ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання).

Хімічна дія. Наявність зазначених у таблиці ШНВФ є головною причиною виникнення професійних захворювань зварників. Серед них найбільшу загрозу для здоров'я зварників становить зварювальний аерозоль (ЗА) [3–7], від якого до цього часу зварник захищений дуже слабо. Вплив ЗА на організм призводить до бронхо-легеневих захворювань зварників. Це – пневмоконіоз, що виявився

у зварників, які відпрацювали у зварювальних цехах більше 15 років, і хронічний бронхіт, що виникає вже через 5 років праці за професією зварника [2]. У разі виконання зварювальних робіт у недовступних для вентиляції замкнених просторах період розвитку пневмоконіозу скорочується до 5 років. Крім того, є дані, які свідчать про те, що вплив канцерогенних речовин шестивалентного хрому та нікелю у складі ЗА на органи дихання може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань (рак).

До професійних захворювань зварників відноситься також інтоксикація (отруєння) марганцем, що характеризується ураженням центральної нервової системи. Наявність у повітрі високих концентрацій монооксиду вуглецю може бути причиною як гострого, так і хронічного отруєння. Вплив оксидів азоту в закритих приміщеннях може проявлятися розвитком набряку легенів. Підвищений вміст твердих і газоподібних сполук фтору в ЗА призводить до ураження слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, бронхів, розвитку бронхопневмонії. Озон у малих кількостях має подразню-

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що виникають під час зварювання та споріднених процесів

Види процесів	Шкідливі виробничі фактори										Небезпечні виробничі фактори			
	Шкідливі речовини	Випромінювання в оптичному діапазоні			Електромагнітні поля	Магнітні поля	Іонізуючі випромінювання	Шум	Ультразвук	Статичне навантаження на руку	Електричний струм	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу	Механізми і виробни, що рухаються	Системи, які знаходяться під тиском, що не дорівнює атмосферному
		Ультрафіолетове	Видиме	Інфрачервоне										
Ручне дугове зварювання покритими електродами	xx	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	x	xx	xx	x	-
Зварювання під флюсом:														
– напівавтоматичне	xx	-	-	x	-	-	-	x	-	x	xx	-	xx	-
– автоматичне	xx	-	-	x	-	-	-	x	-	-	xx	-	xx	-
Дугове зварювання в захисних газах:														
– напівавтоматичне	xx	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	xx	xx	xx	xx	xx
– автоматичне	xx	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	-	xx	xx	xx	xx
Електрошлакове зварювання	xx	x	x	xx	-	-	-	x	-	-	xx	x	xx	-
Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.)	xx	-	-	x	x	x	-	x	-	x	xx	x	xx	x
Контактне стикове зварювання оплавленням	xx	-	-	x	x	x	-	x	-	x	xx	x	xx	x
Електронно-променеве зварювання	x	xx	xx	-	-	-	xx	x	-	-	xx	-	x	x
Зварювання тертям	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	xx	xx	xx	-
Дифузійне зварювання	-	-	-	-	xx	-	-	x	xx	-	xx	-	xx	x
Ультразвукове зварювання	x	-	-	-	-	-	-	xx	xx	-	x	-	x	-
Зварювання струмами підвищеної частоти	-	-	-	-	xx	-	-	-	-	-	xx	-	x	-
Газове зварювання	x	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	x	x	xx	x	xx
Плазмове зварювання	xx	x	xx	xx	-	-	x	x	x	-	xx	xx	x	xx
Кисневе, киснево-флюсове різання	xx	x	-	xx	-	-	-	xx	x	x	x	xx	x	xx
Плазмове різання	xx	x	-	xx	-	-	x	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx
Лазерне зварювання і різання	x	x	-	xx	-	-	-	-	-	-	xx	-	x	xx
Наплавлення	xx	x	-	x	-	-	-	-	-	x	xx	x	x	x
Пайка	xx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	-
Напилення	xx	xx	-	x	-	-	-	-	-	-	xx	xx	x	-

Примітки: xx – інтенсивний фактор; x – помірний фактор; (-) – незначний фактор чи його відсутність.

вальну дію, а у великих – руйнівну дію на верхні дихальні шляхи. До неспецифічних захворювань, причиною яких є ЗА, відносяться функціональні порушення центральної нервової та серцево-судинної систем, алергічні захворювання, статеві ускладнення і багато інших.

Разом з тим, повітря виробничих приміщень зварювальних цехів характеризуються підвищеним рівнем іонізації [7]. Так, на складально-зварювальній дільниці металообробних цехів під час ручного дугового зварювання покритими електродами та напівавтоматичного у вуглекислому газі концентрація важких позитивних іонів може досягати $4,5 \cdot 10^4$, а негативних – $3,5 \cdot 10^4$ (фонові значення за відсутності процесу зварювання становлять $1,2 \cdot 10^3$ і $1,0 \cdot 10^3$ відповідно). Такі дані про концентрації іонів безпосередньо в зоні дихання зварника свідчать про те, що за цим небезпечним та шкідливим виробничим фактором умови праці зварників значно гірші у порівнянні з іншими професіями.

Дослідження медико-біологічної дії іонів на організм людини та нормативні вимоги щодо визначення сприятливого іонного складу в повітряному середовищі дають можливість дотримуватись необхідних концентрацій іонів у приміщенні шляхом використання сучасних технічних засобів (штучної іонізації, вентиляції, кондиціонування).

Показники стану повітряного середовища в приміщеннях зі штучною іонізацією повинні відповідати вимогам нормативів «Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони» № 1596 від 14.07.2020 р. При цьому повинні бути дотримані гранично допустимі концентрації таких газів, як озон та оксиди азоту, що утворюються в повітрі робочої зони під час зварювання й несуть на собі електричний заряд.

Фізична дія. Застосування електричного обладнання для зварювання стало причиною виникнення на робочих місцях електромагнітного випромінювання в широкому діапазоні частот, зокрема більшість способів контактного зварювання характеризуються підвищеними рівнями магнітних полів [8–10].

Усі різновиди зварювання металів відкритою дугою, за винятком зварювання під флюсом, є джерелом видимого випромінювання, ультрафіолетових (УФ) променів, іскор і бризок розплавленого металу та шлаку. Більшість цих процесів супроводжуються інфрачервоним (ІЧ) випромінюванням зварювальної дуги та нагрітого основного металу.

Горіння зварювальної дуги супроводжується випромінюванням яскравих світлових, невидимих

ультрафіолетових і теплових інфрачервоних променів. З підсиленням сили струму спектральний склад променів не змінюється, проте інтенсивність випромінювання зростає. Так, у [11] встановлено, що на робочому місці ручного дугового зварювання покритими електродами інтенсивність УФ випромінювання короткохвильового діапазону (УФ-С) перевищує гранично допустиму норму до 5000 разів, а мінімальна відстань від зварювальної дуги для безпечного перебування працівників без засобів індивідуального захисту за умови прямої видимості місця зварювання становить 65 м.

Видимі світлові промені осліплюють очі, оскільки яскравість цих променів у 10000 разів перевищує природну. Невидимі ультрафіолетові промені навіть під час короткочасної дії на очі викликають хворобу, яка називається електрофтальмією. Переважно хвороба проявляється через кілька годин після того, як робітник подивиться незахищеними очима на зварювальну дугу. Ознаками цієї хвороби є різь в очах, спазми повік, почервоніння слизової оболонки повіки. У залежності від тяжкості захворювання хвороба триває від однієї до кількох днів. Ультрафіолетові промені впливають не лише на очі, але й на відкриті ділянки шкіри, викликаючи опіки, подібні до сонячних [12–16].

Під час застосування різних способів зварювання на випромінювання в УФ діапазоні спектра припадає близько 40 % від інтегральної інтенсивності променистого потоку. Зі збільшенням сили зварювального струму та напруги дуги інтенсивність УФ складової випромінювання оптичного діапазону підвищується. Спектр випромінювання зміщується в бік коротких хвиль. Склад покриття електродів і матеріал присадок також впливають на інтенсивність і спектр УФ випромінювання. Найсильніший вплив на величину УФ радіації виявляє склад захисного газу. Зі збільшенням вмісту аргону в захисній газовій суміші інтенсивність УФ випромінювання підвищується. Введення в захисне середовище вуглецевого газу та гелію викликають зміщення спектра випромінювання в бік коротких хвиль. Зі збільшенням відстані від дуги інтенсивність УФ радіації знижується. Опромінення тіла зварника залежить від відбивних і пропускних характеристик спецодягу. Вплив УФ випромінювання на незахищені очі може призвести до електрофтальмії, пониженню зору, кон'юнктивіту та інших захворювань.

Зварювальний процес є одним з потужних виробничих джерел інфрачервоного випромінювання. Його впливу підлягають не тільки безпосередньо зварники, але й робочі інших професій,

що знаходяться поблизу [2]. ІЧ випромінювання під час зварювання виробів з підігрівом, зокрема деталей великих розмірів, є фактором, що формує умови мікроклімату у виробничих приміщеннях. У залежності від сили зварювального струму, температури дуги та зварювальної ванни, ступеня підігрівання та інших умов випромінювання має місце різний спектральний склад і охоплює діапазон 0,76...10 мкм і більше. Інтенсивність опромінення робочих місць коливається в межах 100...2450 Вт/м². Інтенсивність ІЧ випромінювання залежить від режимів зварювання, потужності дуги та зростає від 350...400 Вт/м² при зварюванні покритими електродами на режимах 150...200 А до 1200...1500 Вт/м² при зварюванні кольорових металів в інертних газах, а також при зварюванні попередньо нагрітих конструкцій.

Опіки можуть бути викликані й інфрачервоними променями. Як наслідок тривалого впливу цих променів на очі (протягом 10–20 років) відбувається помутніння кришталика, що сприяє виникненню катаракти.

Можуть також бути термічні опіки, що є наслідком потрапляння на тіло бризок розплавленого металу. Особливо небезпечно при цьому електрошлакове зварювання, оскільки поверхня зварювальної ванни відкрита та нагріта до високих температур. Якщо у шлакову ванну потрапляє хоча б невелика кількість вологи, то може статися виплиск гарячого металу. Крім того, під час охолодження гарячий затверділий шлак може відлетіти від шва. Опіки краплями металу відбуваються також під час заміни електродів, очищення їх від нагару та бризок.

Негативний вплив на здоров'я зварників чинить також переохолодження організму під час виконання будівельно-монтажних робіт у холодний період року.

Рівень шуму, що створюється зварювальною дугою, залежить від режиму зварювання. Так, під час механізованого зварювання у вуглекислому газі при зміні сили струму з 200 до 450 А рівень шуму зростає з 86 до 97 дБА, а при зварюванні в аргоні ще більше, тобто на окремих режимах перевищує норму [17]. Взагалі рівень шуму при застосуванні переважної більшості способів зварювання незначно перевищує допустимі значення і, завдяки екрануванню засобами індивідуального захисту, зокрема маскою зварника, та захисту відстанню для допоміжного персоналу, негативний вплив на робітників не спостерігається та використання заходів і засобів захисту від шуму недоцільне. Проте це не стосується ультразвукового зварювання, кисневого та плазмового різання та напилення металів (див. таблицю), коли рі-

вень шуму перевищує нормативне значення. Так, під час плазмового різання та зварювання металів на робітників може впливати виробничий шум, що виникає внаслідок проходження плазми з великою швидкістю через сопло плазмотрона. При цьому інтенсивність звукового та ультразвукового тиску може сягати 120...130 дБА. Разом з тим, крім шуму, створеного дугою та зварювальним обладнанням, на працюючих можуть впливати інші джерела шуму, що створюються роботою технологічного обладнання.

Психофізіологічна дія. Психофізіологічна дія на зварника проявляється у вигляді фізичних і нервово-психічних перевантажень [2]. Фізичні перевантаження викликають у людини статичні та динамічні перенапруження, що залежать від маси зварювального інструменту, гнучкості шлангів і дротів, тривалості безперервної роботи, підтримання робочої пози. У результаті статичного перенапруження може виникати захворювання нервово-м'язового апарату плечового пояса. Нервово-психічні перевантаження призводять до перенапруження зорових аналізаторів і виникнення нервово-емоційного перенапруження у зварників. Ці перевантаження залежать від напруги зору, викликаній безперервністю спостереження за не досить контрастними елементами зони зварювання невеликих розмірів (зварювальна ванна; зазор у стику; глибина кратера; шов, що твердне тощо), відповідальності за високу якість зварних з'єднань і складності роботи. Перенапруження зорових аналізаторів може призвести до втоми і, як наслідок, до порушення скорочувальної функції м'язів очей. Нервово-емоційне перенапруження може порушити функціональний стан серцево-судинної та центральної нервової систем: підвищення артеріального тиску, зміна латентного (прихованого) періоду рухово-моторної реакції.

В останні роки спостерігається підвищення рівня захворювань нервово-мозкового апарату у зв'язку з використанням одноманітних, часто повторювальних рухів і фізичного навантаження. Ці захворювання реєструються на ділянках, де неповністю впроваджена автоматизація та механізація, на ділянках ручного зварювання.

Залежно від способу зварювання чи іншої спорідненої технології у кожному виробничому середовищі на організм людини одночасно можуть діяти декілька шкідливих факторів, які можуть накладатись один на другий, підсилюючи шкідливу дію на здоров'я людини.

Висновки

Практичний досвід та аналіз літературних даних показує, що всі відомі способи зварювання та

споріднені процеси під час їх застосування характеризуються наявністю цілої низки шкідливих і небезпечних виробничих факторів хімічної, фізичної та психофізіологічної дії на зварників і допоміжний персонал. Ці фактори визначаються способом зварювання чи спорідненої технології, мають різний негативний вплив на організм людини та потребують застосування відповідних високоефективних заходів і засобів захисту працюючих. Для цього доцільно продовжувати дослідження відомих і нових способів зварювання й інших термічних технологій обробки металів щодо виявлення характерних для них шкідливих і небезпечних виробничих факторів з метою їх мінімізації або усунення.

Список літератури/References

- Murugan, S. Senthil, Sathiya, P. (2024) Analysis of welding hazards from an occupational safety perspective. *Vietnam J. of Science, Technology and Engineering*, 66(3), 63–74. DOI: <https://doi.org/10.31276/VJSTE.2023.0007>
- Kundiev, Yu., Gorban, L. (1986) Some approaches to the establishment of permissible levels of welding aerosol in the air. In: *Conf. on health hazards and biological effects of welding and gases, Copenhagen, February 1985*. Ed. R.M. Stern et al. Excerpta Medica, Amsterdam, 583–586.
- Voitkevich, V. (1995) *Welding fumes. Formation, properties and biological effects*. Cambridge, Abington publ.
- (2006) Fumees de soudage: valeurs limites, evaluation des risques, mesures de prevention. Etudes et recherche. Hygiene et securite. *Soudage et techniques connexes*, 7/8, 31–33.
- Tanneberger, J. F.W.G. (2009) Schweißrauch am Arbeitsplatz – Gefahr für die Gesundheit. *Der Praktiker*, 9, 328–330.
- Berlinger, B., Benker, N., Weinbruch, S. et al. (2010) Physicochemical characterization of different welding aerosols. *Anal Bioanal Chemistry*, 399(5), 1773–1780. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00216-010-4185-7>
- Левченко О.Г. (2025) *Зварювальні аерозолі і гази: процеси утворення, методи нейтралізації та засоби захисту*. 2-ге вид., доповн. Київ, Каравела.
- Levchenko, O.G. (2025) *Welding aerosols and gases: Formation processes, neutralisation methods and protective equipment*. 2nd ed., Kyiv, Karavella [in Ukrainian].
- Yamaguchi-Sekino, S., Ojima, J., Sekino, M. et al. (2011) Measuring exposed magnetic fields of welders in working time. *Industrial health*, 49(3), 274–279. DOI: <https://doi.org/10.2486/indhealth.ms1269>
- Modenese, A., Gobba, F. (2021) Occupational exposure to electromagnetic fields and health surveillance according to the European Directive 2013/35/EU. *International J. of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1730. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18041730>
- Levchenko, O., Polukarov, Y., Goncharova, O. et al. (2022) Determining patterns in the generation of magnetic fields when using different contact welding techniques. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies*, 6(10(120)), 46–53. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268699>
- Levchenko, O.G., Malakhov, A.T., Arlamov, A.Yu. (2014) Ultraviolet radiation in manual arc welding using covered electrodes. *The Paton Welding J.*, 6-7, 151–154. DOI: <https://doi.org/10.15407/tpwj2014.06.33>
- Okuno, T., Ojima, J., Sayto, H. (2001) Ultraviolet radiation emitted by CO₂ arc welding. *Ann. Occup. Hyg.*, 45(7), 597–601. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-4878\(01\)00023-0](https://doi.org/10.1016/S0003-4878(01)00023-0)
- Lyon, Terry L. (2002) Knowing the dangers of actinic ultraviolet emissions. *AWS Welding J.*, Dec., 28–30.
- Schwass, D., Wittlich, M., Shmitz, M., Siekmann, H. (2011) *Emission of UV radiation during arc welding*. www.dguv.de/ifa, 1–12.
- Nakasima, H., Utsunomiya, A., Fujii, N., Okuno, T. (2016) Hazard of ultraviolet radiation emitted in gas tungsten arc welding of aluminum alloys. *Industrial Health*, 54, 149–156. DOI: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2015-0141>
- Малахов А.Т., Кулешов В.А. (2021) Ультрафіолетове випромінювання при механізованому зварюванні сталі плавким електродом в суміші захисних газів. *Автоматичне зварювання*, 10, 54–57. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2011.10.08>
- Malakhov, A.T., Kuleshov, V.A. (2021) Ultraviolet radiation in consumable electrode mechanized welding of steel in a mixture of shielding gases. *Avtomatychne Zvaryuvannya*, 10, 54–57. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2011.10.08>
- Levchenko, O.G., Kuleshov, V.A., Arlamov, A.Yu. (2015) Noise characteristics during welding in argon-containing shielding gases. *The Paton Welding J.*, 9, 53–55. DOI: <https://doi.org/10.15407/tpwj2015.09.09>

HARMFUL AND DANGEROUS FACTORS OF THE WELDING PROCESS

O.G. Levchenko

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». 37 Beresteysky Ave., 03056, Kyiv, Ukraine.
E-mail: levchenko.opcb@ukr.net

The results of the analysis of harmful and dangerous production factors that arise during the use of various welding methods and related processes, their impact on the welders' body and occupational diseases are presented. The reasons for the emergence of these factors as theoretical foundations of labour protection in welding are clarified. It is shown that the degree of risk of their dangerous impact on the welders' body is determined by the welding method or other related process, type and composition of the welding material, welding mode, etc. The list of harmful and dangerous factors of the known welding methods and other related processes, the characteristics of typical occupational diseases of welders that arise during their use, as well as the classification of harmful and dangerous factors by the nature of their action on the human body (chemical, physical, psychophysiological), which determine their negative impact on the human body and require the use of appropriate highly effective measures and means of protecting workers, are presented. It is shown that for this purpose it is advisable to continue research of the known and new welding methods and other thermal technologies for metal treatment in order to determine harmful and dangerous production factors characteristic of them in order to minimize or eliminate them. 17 Ref., 1 Tabl.

Keywords: electric welding, related processes, harmful and dangerous factors, occupational diseases, protective measures

Отримано 22.04.2025

Отримано у переглянутому вигляді 30.04.2025

Прийнято 09.05.2025